

平成 1 7 年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査

実証技術評価報告書

平成 1 8 年 3 月

硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会

．硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査の目的

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下、硝酸性窒素）は、平成11年に地下水の水質汚濁に係る環境基準に追加されたが、他の項目と比較して環境基準の超過率が高い状況にある。

硝酸性窒素による地下水汚染は、施肥、家畜排せつ物、生活排水等、汚染原因が多岐に渡り、汚染が広範囲に及ぶ場合が多い。このため、地下水汚染対策としては、発生源対策である窒素負荷低減対策（施肥量の適正化、家畜排せつ物の適正管理、生活排水対策等）を推進するとともに、効果的な浄化技術の開発及び普及を促進し、汚染された地下水の浄化対策を推進していくことが重要である。

硝酸性窒素による地下水汚染の浄化技術については、いくつかの技術で浄化の効果が確認されているものの、面的に広がりのある汚染に対する効果については検証がなされていない。このため、様々な地域特性を持つ汚染地域において、浄化技術のフィールド実証調査を実施し、面的に広がりのある汚染を効果的に浄化する手法を確立し、普及させていくことを目的とする。

．平成17年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査の概要

硝酸性窒素により汚染された地下水を効果的に浄化できる技術を民間企業等から募集し、学識経験者により構成した「硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会」（別紙）による厳正な審査を経て、以下のとおり、実証調査を実施する技術（及び実証機関）を決定した。

ナチュラル・バイオレメディエーション法を用いた技術（東和科学株式会社）
水素供与体供給層及び脱窒促進層を組み合わせた面的浄化技術
（大成建設株式会社）

硝酸性窒素による地下水汚染が認められるフィールド（長野県豊丘村及び宮崎県都城市）において、上記の浄化技術の実証調査を実施し、技術の有効性・経済性等の評価、浄化処理能力・最適条件等の検証を行った。

．実証技術の評価

実証調査を行った浄化技術については、適正に技術の評価を行い、技術の課題等を整理した上で、その結果を公表し、効果的な浄化手法の確立及び普及を推進していくことが重要である。そのため、「硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会」において、実証調査結果を踏まえて専門的かつ中立的な立場から浄化技術の評価を行った。

評価に当たっては、以下のa)～e)の項目別に検討を行うとともに、併せて総合的な観点からの評価を行った。

- a) 技術の有効性
広がりのある汚染に対する浄化能力の質、量、速度の面からの評価
- b) 技術の経済性
広がりのある汚染を浄化する際のイニシャルコスト、ランニングコスト、消費エネルギー等の評価
- c) 周辺的环境影響・安全性
添加物・副生成物の影響、騒音、臭気、施工上の安全性等の評価
- d) 技術の適用対象
気候条件、地質の状況、土地利用、施工上の条件等、適用に当たっての制約条件や最適な適用条件についての評価
- e) 面的な地下水汚染浄化シナリオ
具体的な汚染サイトを想定した場合の適用性の評価

各技術の評価結果については、次頁からの実証技術評価結果のとおりである。

その他

硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査は、平成16年度から20年度まで調査を継続し、様々な浄化技術の実証調査を実施する予定であり、5年間の調査結果を踏まえて総合的な取りまとめを行うこととしている。

<p>技術名 ナチュラル・バイオレメディエーション法を用いた技術</p>
<p>実証機関名 東和科学株式会社</p>
<p>実証フィールド 長野県下伊那郡豊丘村</p>
<p>1. 技術の概要・原理 易分解性有機物を栄養剤として地下水に注入（散布）し、地下水の流れを利用して栄養剤を拡散させ微生物を活性化させる。嫌気的な環境でおこる微生物の脱窒（NO_3^- NO_2^- N_2）を利用して硝酸・亜硝酸性窒素を窒素まで分解し浄化を行う技術である。</p>
<p>2. 実証調査結果の概要 フィールドの上流側の井戸より地下水（GL-1m～-5m、推定流速 0.7m/日）に薬注ポンプを使用して栄養剤を添加（0.2L/日、16 日間連続）し、周辺の観測井で継続的に地下水のモニタリングを行った。その結果、およそ 5m 下流側の観測井（2カ所）で地下水中の硝酸性窒素および全窒素濃度の低下が見られた。 また、環境基準を超過する濃度の地下水への適用性を調査するため室内試験（100L の容器に土壌 10kg-wet、地下水を添加して総量を 100L とし、密閉して暗所に静置）を行った。その結果、地下水中の硝酸性窒素濃度の低下が見られた。</p>
<p>3. 評価 （概評） フィールド実証期間中において硝酸性窒素および全窒素濃度の低下が確認された。 フィールド実証期間中において脱窒素菌および嫌気性菌が増加していることが認められた。これは嫌気的な環境が形成され、結果として浄化効果が促進されたことを裏付けている。 単純モデルによる硝酸性窒素分解量を検討した結果、今回のような地下水により面的に拡散した汚染に対する有効性が確認できた。 今後は、全窒素の形態の挙動の評価、好気状態での浄化効率の評価、効率的な注入方法などを継続して検討していく必要がある。低コスト化が実現すれば、実用化の可能性のある技術と考えられる。</p> <p>a) 技術の有効性 栄養剤注入による原位置分解であり、ある一定濃度以上の硝酸汚染に対して原位置浄化への適用は可能である。今回の調査では還元状態の地下水で試験を行ったため、好気状態での実証を行う必要がある。また、栄養剤中の窒素を含む全窒素の形態の挙動について長期的な調査する必要がある。</p>

b) 技術の経済性

大規模な工事を必要としないことと消費エネルギーが小さいことは評価できる。現段階では農地などに使用される場合に費用対効果を得ることは難しい。地下水の幅や厚みに対して有効な注入方法を検討して低コスト化を図っていく必要がある。

c) 周辺の環境影響・安全性

長期使用による周辺土壌の微生物種変化など生態系影響を確認する必要がある。大型機械・装置等を用いないため、騒音はほとんど発生しない。なお、TOC や重金属等のモニタリングを通して、周辺地下水の水質への影響に配慮することが重要である。

d) 技術の適用対象

比較的小規模で行えるため制約条件は少なく、他の浄化技術と組み合わせ易いといえる。ただし、浅い地下水の嫌気状態をどのように維持するか検討する必要がある。また、一定以上の地下水流速がある場合は適用が難しい。

e) 面的な地下水汚染浄化シナリオ

硝酸・亜硝酸性窒素の拡散防止対策、比較的狭い範囲（1ha 以下程度）の浄化への適用の可能性はある。

<p>技術名 水素供与体供給層及び脱窒促進層を組み合わせた面的浄化技術</p>
<p>実証機関名 大成建設株式会社</p>
<p>実証フィールド 宮崎県都城市丸谷町</p>
<p>1. 技術の概要・原理 施肥が行われている畑地などから雨水を通じて地下水に供給される硝酸・亜硝酸性窒素を不飽和地盤浸透中に土壌細菌を利用し浄化する技術である。脱窒反応を促進するための有機化合物を供給する「有機物供給層」と微生物が脱窒反応を行うために必要な時間を確保するために浸透水の移動を制御する「脱窒促進層」を不飽和地盤内に設ける。「有機物供給層」の造成には、徐放性有機物（高級脂肪酸）を土壌に混合する方法と注入管を用いて液体有機物（糖類）を定期的に注入する方法がある。</p>
<p>2. 実証調査結果の概要 鋼矢板を用いフィールドを 10 区画（1 区画 2m×2m）に分割し、有機物供給層の有無・添加材の種類、脱窒促進層の有無及び硝酸性窒素の負荷をパラメータとし、120 日間にかけて浸透水の浄化の効果を検証した。有機物の供給は、砂に高級脂肪酸（ステアリン酸）を混合（34kg/m²）し埋め戻す方法と、注入管を用いて糖類（廃糖蜜）の溶液を断続的（1 回/2 週、62g/m²/回）に注入する方法を用いた。脱窒促進層は砂と粘土を混合し造成した。硝酸性窒素の負荷には、施肥（90g/m²）を行う方法と汚染された地下水を散布する方法を用いた。 その結果、徐放性有機物（高級脂肪酸）を土壌に混合する方法では、有機物供給層の下部で硝酸性窒素濃度の有意な低下が見られた。供給層自体が低層水層となったと考えられる。 液体有機物（糖類）を定期的に注入する方法では、脱窒促進層の下部で硝酸性窒素濃度の有意な低下が見られた。</p>
<p>3. 評価 （概評） 徐放性有機物を土壌に混合する方法（徐放性有機物の埋設工法）、液体有機物を注入する方法（液体有機物の注入工法）ともに、硝酸性窒素を分解できることが確認された。今後は圃場などで実証試験を行い、効果の持続性の評価を検討していく必要がある。低コスト化が実現され、特に圃場や堆肥置場、畜舎の整備と組み合わせると実用化が期待できる技術である。 a) 技術の有効性 有機物供給層、脱窒促進層により、地下に浸透する硝酸性窒素を浄化していることが確認された。今後は有機物の分解による透水性の変化などの効果の持続性を長期的に調査する必要がある。また、液体有機物の散布方法などについて、有効な方法を検討する必要がある。</p>

b) 技術の経済性

対象面積 1.0ha、耐用年数 30 年とした場合、現段階では徐放性有機物の埋設工法で 160 円/m²/年、液体有機物の注入工法で 200 円/m²/年のコストがかかり、低コスト化を図っていく必要がある。しかし、圃場整備事業などと組み合わせるとコストが低減される。

c) 周辺の環境影響・安全性

長期使用による周辺土壌の生態系影響、非意図的な硫化水素・亜酸化窒素の生成、および注入剤の残留等を確認する必要があるが、TOC、酸化還元電位等のモニタリングを行えば、安全性の面から大きな問題はないと考えられる。

d) 技術の適用対象

気象、地質に影響を受けると考えられるが、平坦な畑作地帯や堆肥置場、畜舎の下部に適用が可能と考えられる。

e) 面的な地下水汚染浄化シナリオ

圃場や堆肥置場、畜舎の整備と組み合わせると低コスト化が図られると実用化が期待できる。また、今後の検討によっては、鉛直方向の透過性地下水浄化壁を併せたシステムによる地下水汚染浄化への適用の可能性もある。

(別紙)

平成 17 年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会
委員名簿

(五十音順、敬称略、平成 18 年 3 月現在)

稲葉一穂	独立行政法人国立環境研究所水圏環境研究領域 地下環境研究室長
佐野算彦	社団法人日本水道協会工務部水質課水質専門監
田瀬則雄	筑波大学生命環境科学研究科地球環境科学専攻教授
寺尾 宏	岐阜県保健環境研究所環境科学部主任専門研究員
中杉修身	横浜国立大学客員教授
平田健正	和歌山大学システム工学部長
増島 博	東京農業大学客員教授
松尾 宏	福岡県保健環境研究所環境科学部水質課専門研究員

は座長